

Title	MEGAVOLTAGE CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY DOSE AND THE NECESSITY OF REOPTIMIZATION FOR IMAGING DOSE-INTEGRATED INTENSITY-MODULATED RADIOTHERAPY FOR PROSTATE CANCER
Author(s)	秋野, 祐一
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58946
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照 ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	あきの野 祐一
博士の専攻分野の名称	博 士（医学）
学 位 記 番 号	第 2 5 0 9 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 24 年 3 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 医学系研究科内科系臨床医学専攻
学 位 論 文 名	MEGAVOLTAGE CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY DOSE AND THE NECESSITY OF REOPTIMIZATION FOR IMAGING DOSE-INTEGRATED INTENSITY-MODULATED RADIOTHERAPY FOR PROSTATE CANCER (メガボルトコーンビーム CT の撮像線量を考慮した前立腺癌強度変調放射線治療における再最適化の必要性)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 畑澤 順 (副査) 教 授 富山 憲幸 教 授 野々村祝夫

論 文 内 容 の 要 旨

〔 目 的 〕

強度変調放射線治療 (IMRT) は不均一なビームを組み合わせることにより、標的体積近傍のリスク臓器の線量低減を可能にする。しかし計画通りの線量分布を実現するためには正確な患者のセットアップが必須である。Siemens社のリニアックOncor Impression PLUSに搭載されているメガボルトコーンビームCT (MV-CBCT) は、患者を治療台に乗せた後にメガボルトX線とフラットパネルを用いてCT撮影をする技術であり、治療直前の位置誤差を三次元的に評価・補正することが可能となる。撮像に高線量を用いると軟部組織を描出することも可能だが、患者の被曝も多くなり、毎回の治療で用いることは許容し難い。この技術は治療用X線とほぼ同じ線質のX線を用いるため、治療ビームと同様に撮像ビームの線量分布計算が可能である。本研究では前立腺癌のIMRTにMV-CBCT線量を組み込むことにより撮像による線量増加を抑えること、並びにIMRTの再最適化による標的体積・リスク臓器の線量への影響を評価することを目的とした。

〔 方法ならびに成績 〕

MV-CBCTの線量分布を計算するため、治療計画装置XiO (Elekta社) でMV-CBCTを模した6MV X線の200°回転照射ビームを作成した。線量計算の精度検証のため、ガフクロミックEBT2フィルム (ISP社) にMV-CBCTビームを曝射し、線量に変換した値と計算値を比較した。ガンマ解析の結果、概ね3% 3 mm以内の精度で一致した。続いて電離箱線量計を用いて絶対線量を測定した。計算値との誤差は最大1.3%以内で、臨床に使用可能な精度で計算できることが確認された。そこで過去にIMRTで治療した中-高リスク前立腺癌患者22例についてIMRTの線量に撮像線量3, 5, 8, 15 MUのMV-CBCTビームを加算して解析を行った。標的体積は前立腺と精嚢の一部に対してマージンを付加した体積とし、標的体積の95%が処方線量74 Gy/37分割で囲まれるように線量を正規化した。各患者に対して、撮像線量を組み込んだ減算法、再最適化法の2つの計画を作成した。減算法では、IMRTにMV-CBCT線量を加算した後に、IMRT線量を間引くことにより処方線量に正規化した。再最適化法ではMV-CBCT線量を足しあわせた後、再度IMRTビームの最適化を行い、処方線量に正規化した。標的体積の線量均一性を評価したHomogeneity indexの変化はMV-CBCT線量を組み込んだ両手法において微小であり、線量集中性を評価したConformity indexも変化を認めなかった。直腸の平均線量は減算法により撮像線量に依存して上昇した。30-50 Gyを受ける体積の増加が線量増加の大部分を占め、70 Gy以上を受ける体積は変化しなかつ

った。直腸の有害事象は60 Gy以上の高線量に大きく影響されるため、線量に重み付けした等価均一線量 (gEUD) を解析したところ、MV-CBCTの撮像線量にかかわらず変化を認めなかった。一方膀胱では、減算法で30-70 Gyを受ける体積が全体的に増加し、gEUDも上昇した。再最適化により低線量域だけでなく60-70 Gyの高線量域の上昇も抑えられた。5 MU以上の撮像線量を加えた場合では、再最適化によりgEUDの上昇も有意に抑制された。

〔 総 括 〕

本研究において、様々な撮像線量のMV-CBCTに対して線量分布を精度よく計算し、IMRTの処方線量に組み込む方法を確立した。本手法を用いることによりMV-CBCT撮像による被曝線量の増加を大幅に低減でき、臓器位置の不確かさを軽減することが可能となる。さらに高線量のMV-CBCTを前立腺IMRTに組み込む場合、IMRTの再最適化により特に膀胱線量を低減できることが示唆された。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は前立腺癌の放射線治療において、照射直前にCTを撮像することにより患者の位置誤差を補正する技術に関する研究である。その中でも治療用X線を用いるメガボルトコーンビームCT (MV-CBCT) は、多用するほど患者の被曝を増加させてしまう。著者はMV-CBCTの利点を得つつ、被曝線量の増加を最小限に抑えるための線量計算法を確立した。イメージングの被曝線量を正確に計算し、治療ビームの処方線量に含めることで、危険臓器である直腸・膀胱の線量増加を大幅に低減した。さらに治療ビームの強度変調の最適化を再度行うことにより、特に膀胱の有害事象に関わる高線量被曝の体積を低減できることを示した。本研究成果は治療の精度を向上させ、患者の有害事象を低減するだけでなく、治療直前の画像データを蓄積することにより今後の治療戦略改善に大きく貢献するものと期待される。以上より、本論文は学位の授与に値すると考えられる。